



TITLE:

12.レーザースノーの成長過程における諸形態(京都大学大学院理学研究科物理学第一専攻,修士論文題目・アブストラクト(1990年度))

AUTHOR(S):

佐飛, 裕一

---

CITATION:

佐飛, 裕一. 12.レーザースノーの成長過程における諸形態(京都大学大学院理学研究科物理学第一専攻,修士論文題目・アブストラクト(1990年度)). 物性研究 1991, 57(1): 117-119

ISSUE DATE:

1991-10-20

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/94742>

RIGHT:

to study the realistic two-dimensional model, therefore calculation has been done on a one-dimensional model. It is expected that the present calculation would reveal the essential electronic structure, except for some structures due to one-dimensionality. In the absence of interaction there are two bands, which are constructed by the  $d$ - $p$  transfer.

With the  $p$ -level and  $d$ -level given by the Hartree-Fock solution fixed at  $-1.0t$  and  $-2.0t$ , respectively, density of states has been calculated for various values of  $U$ . In the  $d$ -electron density of states there appear some states which tend to develop into the lower and upper Hubbard bands. There always exist some states around the Fermi level. With increasing  $U$ , increases the ratio of the  $d$ -electron density of states to the  $p$ -electron part at the Fermi level. This is because the  $d$ -level shifts nearer to the Fermi level due to the positive selfenergy at the Fermi level.

It has been found that there is no structure which corresponds to the 'mid-gap states'. The imaginary part of the selfenergy vanishes at the Fermi level, and rises linearly in  $\omega$ . The real part of the selfenergy has no particular structure around the Fermi level, except the anomaly due to one-dimensionality. Therefore no peak structure corresponding to the 'mid-gap states' is expected in the present second order  $U$ -perturbation treatment. It seems that there is no need to consider the states at the Fermi level to be anything particular like 'impurity states', as long as we are studying the normal state properties in the approach from the metallic side.

The mass enhancement factor  $\left(1 - \frac{\partial \Sigma_k(\omega)}{\partial \omega} \Big|_{\omega \approx 0}\right)$  is estimated to be of the order of unity. In comparison to similar calculations on the periodic Anderson model, which is studied as a model of heavy electron systems, it is expected that mass enhancement is not so large in the present system.

## 12. レーザースノーの成長過程における諸形態

佐 飛 裕 一

水素ガス中のアルカリ金属原子にレーザー光を照射すると、光線中でアルカリ水素分子が大量に生成し、 $1\mu\text{m}$ 大の結晶微粒子に凝縮し落下する。これはレ

ーザースノーと呼ばれており、1975年に Tamらと我々のグループが最初に発見したものである。本研究では、主にCs原子を用いたレーザースノーの実験を行った。

この実験は大きく二つに分類できる。これは、(a) レーザースノーの成長機構、すなわち微粒子が CsH分子を取り込む機構をより明らかにするもの、そしてもう一つは、(b) レーザースノーを電極に集めたときに成長する樹枝状結晶に関するものである。レーザースノーは光線中で成長するために、光電子を放出して正に帯電している。これらの実験は共にこの性質を利用したものである。

(a)の実験では、レーザースノーの成長過程での『<sup>uv</sup>銚打ち効果』(Harpooning effect)の存在を提唱し、その証明を試みた。これは、光電子を受けた CsH<sup>+</sup>分子が安定に存在することから、静電引力によりレーザースノーが自ら分子を引き付けて成長を促すとするものである。銚打ち効果をこの様な系に適用するのは我々が初めてである。

光電子放出の効果のみを観測するために、CsH分子生成に寄与しないレーザー光を粒子に照射したところ、粒子数の増加、粒子径の増大という効果が現われた。そこで、セルの温度、照射するレーザー光の波長、強度等を変化させてその性質を詳しく調べ、銚打ち効果についての検証を行なった。

またこの実験の過程で、レーザーの輻射圧によりレーザースノーが光線中に大量にトラップされることを発見した。これは、ある程度の粒子径に成長するまでレーザースノーが光線中に留まってから落下することを示し、その成長機構がより明らかになった。

(b)の実験は、レーザースノーが正に帯電していることを利用し、これを電極に集めたものである。このとき電極上に白い樹枝状結晶が成長し、その形状が系の温度等によって変化した。

次に、この形状変化を調べるために実験のシミュレーションを試みた。まず、樹枝状結晶を再現することで知られるDLA (Diffusion Limited Aggregation) モデルを用いたところ、実験で得られた結晶とは形状、フラクタル次元が異なった。この実験では遮蔽効果に比して微粒子の拡散が無視できるため、このモデルは適さないと考えられる。

そこで、新しいモデルとして、成長した樹枝状結晶を導体または誘電体と見なし、枝の先端と微粒子間のクーロン力および微粒子に働く気体の粘性力から、運動方程式に従い粒子を運動させた。その結果、DLAとは形状の異なる樹枝状結晶が成長した。粘性係数、粒子の電荷等のパラメーターに実験値を直接用い、2次元、3次元空間でシミュレーションを行い、これらのフラクタル次元を計算し、実験結果と比較した。

その結果、実験で得られた樹枝の形状が再現され、その形状の変化が実験結果とよく一致した。こうして、このモデルはこの実験に対してDLAよりも良いモデルであることが示された。

### 13. 量子 Stadium Billiard の断熱変化と準位統計

高 見 利 也

Gutzwiller の trace 公式<sup>1)</sup>によると、量子系の固有値は古典周期軌道に関係する周期構造を持ち、可積分系に対しては、Einstein-Brillouin-Keller(EBK)の量子化と等価な条件を与える。非可積分系に対しては、古典周期軌道が簡単に列挙できないことなどにより、この公式を使って量子化することは、一般には難しい。一方、近年の計算機の発達にともなって非可積分量子系の高励起状態の固有関数が計算されるようになり、簡単な古典周期軌道の上で高い振幅を持つ波動関数が見つかった (scar 波動関数)。このことは個々の古典周期軌道に対応する固有状態の存在を示しており、この関連で、周期軌道量子化が簡単に実行できる可能性がある。

EBK の量子化条件は、Bohr-Sommerfeld の量子化を、断熱不変性に着目して多次元に拡張したものである。量子化されている系から始めて別の系に断熱変化することにより、途中で torus が存在しない領域を通過しても、最終的な torus が存在している場合には、level crossing の付近を除いて半古典量子化は可能である<sup>2)</sup>。このように量子化の問題では断熱不変性が重要な意味を持っているにもかかわらず、現在のところ、非可積分系の固有状態と断熱変化との関連はあまり調べられていない。この論文では、量子系の parameter を断熱的に変化させたときの、高励起状態の固有値の